**ANÁLISIS MORFOLÓGICO TRIDIMENSIONAL Y DESGASTE FÍSICO DE AGREGADOS RECICLADOS TRATADOS CON POLÍMERO**

**THREE-DIMENSIONAL MORPHOLOGICAL ANALYSIS AND PHYSICAL DEGRADATION OF POLYMER-TREATED RECYCLED AGGREGATES**

Luis Angel Moreno Anselmi1, Johanna Carolina Ruiz Acero2,

Alexis Sagastume Gutiérrez3, Manuel Alejandro Castro Fuentes2,

Márcio Muniz de Farias5

1 Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, luis.moreno@unimilitar.edu.co

2 Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, johanna.ruiz@unimilitar.edu.co

3 Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, alexis.sagastume@unimilitar.edu.co

4 Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba, mafuentes@uclv.cu

5 Universidad de Brasilia, Brasilia, Brasil, mmuniz94@gmail.com

**Resumen**

La creciente necesidad de integrar prácticas sostenibles en la ingeniería vial ha impulsado el uso de agregados reciclados provenientes de residuos de construcción y demolición (RCD) en mezclas asfálticas. No obstante, estos materiales presentan fragilidad estructural y alta porosidad, lo cual limita su aplicación técnica. En este estudio se evaluó el comportamiento morfológico tridimensional y la resistencia al desgaste físico de RCD tratados superficialmente con un aditivo polimérico de baja viscosidad. Las partículas fueron sometidas a procesos controlados de lavado y tamizado para simular condiciones reales de manipulación en planta. Se utilizó escaneo tridimensional mediante luz estructurada para reconstruir las geometrías antes y después del tratamiento, y se aplicó el algoritmo Iterative Closest Point (ICP) para calcular la pérdida volumétrica. Paralelamente, se ejecutaron ensayos de desgaste en la máquina de Los Ángeles, conforme a norma ASTM C131, junto con análisis microestructurales (SEM y EDS) y mineralógicos (DRX). Los resultados muestran que el tratamiento polimérico genera una película superficial que actúa como barrera de protección, disminuyendo la pérdida de volumen (4,1 % frente al 9,3 % en muestras no tratadas) y mejorando la resistencia al desgaste (27,5 % de pérdida de masa frente al 38,6 %). Se concluye que la integración de técnicas de caracterización avanzada permite identificar con precisión el efecto de los tratamientos y fortalece la viabilidad del uso de RCD tratados como insumo alternativo en capas de mezcla asfáltica con criterios de durabilidad y sostenibilidad.

**Palabras Clave**: RCD, morfología 3D, polímero, escaneo tridimensional, abrasión, mezclas asfálticas

**Resumen**

The growing demand for sustainable practices in road engineering has encouraged the incorporation of recycled aggregates derived from construction and demolition waste (CDW) into asphalt mixtures. However, these materials tend to exhibit structural fragility and high porosity, limiting their technical performance. This study evaluated the three-dimensional morphological behavior and physical degradation resistance of CDW aggregates superficially treated with a low-viscosity polymeric additive. The particles underwent controlled washing and sieving processes to simulate handling conditions in production. Structured-light 3D scanning was applied to reconstruct the geometry of the particles before and after treatment. The Iterative Closest Point (ICP) algorithm was used to compute volumetric loss. Additionally, Los Angeles abrasion tests were conducted following ASTM C131, along with SEM-EDS microstructural and XRD mineralogical analyses. Results showed that the polymer treatment forms a protective film on the particle surface, reducing volume loss (4.1% vs. 9.3% in untreated samples) and improving abrasion resistance (27.5% mass loss vs. 38.6%). These findings confirm that advanced characterization techniques offer precise tools to quantify the effects of physical conditioning and validate the feasibility of using treated CDW aggregates as an alternative material for asphalt mixtures, with sustainability and durability criteria.

**Palabras Clave**: CDW, 3D morphology, polymer, 3D scanning, abrasion, asphalt mixtures.